



evropský
sociální
fond v ČR



EVROPSKÁ UNIE



MINISTERSTVO ŠKOLSTVÍ,
MLÁDEŽE A TĚLOVÝCHOVY



OP Vzdělávání
pro konkurenceschopnost

INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ

Projekt	Amper, SŠ PTA Jihlava - pracoviště tř. Legionářů 3
Číslo projektu	CZ.1.07/1.5.00/34.1009
Číslo sady	06
Číslo vzdělávacího materiálu	04/5
Autor	Ing. Salah Ifrah
Datum vytvoření	15.zář 2013
Předmět	Automatické řízení
Téma	Regulace hladiny PID regulátorem - přechodová charakteristika
Anotace	Pracovní list je zaměřený hlavně na praktické použití PID regulátoru a nastavování jeho parametrů pro řízení lineární virtuální regulované soustavy
Metodický pokyn	Pracovní list s úkoly, vhodný i pro individuální práci, časová náročnost 90 minut
Inovace	Zkvalitnění výuky nasazením digitálních technologií, vyšší názornost a originalita, podpora interakce mezi učitelem a žákem

Přechodová charakteristika regulace hladiny PID regulátorem

Klíčová aktivita: princip superpozice, interaktivní simulační model, parametry PID regulátoru	
Cíl: ➤ pracovat s interaktivním simulačním modelem v prostředí Wolfram-Mathematica ➤ určit optimální hodnoty parametrů PID regulátoru.	
Vstupní znalosti	Základy spojitého lineárního řízení, blokové algebry a sw Wolfram-Mathematica
	Pomocné prostředky: - Wolfram-Mathematica - Amper_06_PrChRegulaceHladPIDreg_cv.cdf - Kurz automatického řízení
	Činnost: počítačové cvičení, doba řešení: 1,5H

Zadání:

navrhněte řízení výšky hladiny nádrže PID regulátorem a určete optimální hodnoty parametrů PID regulátoru.

Úkoly:

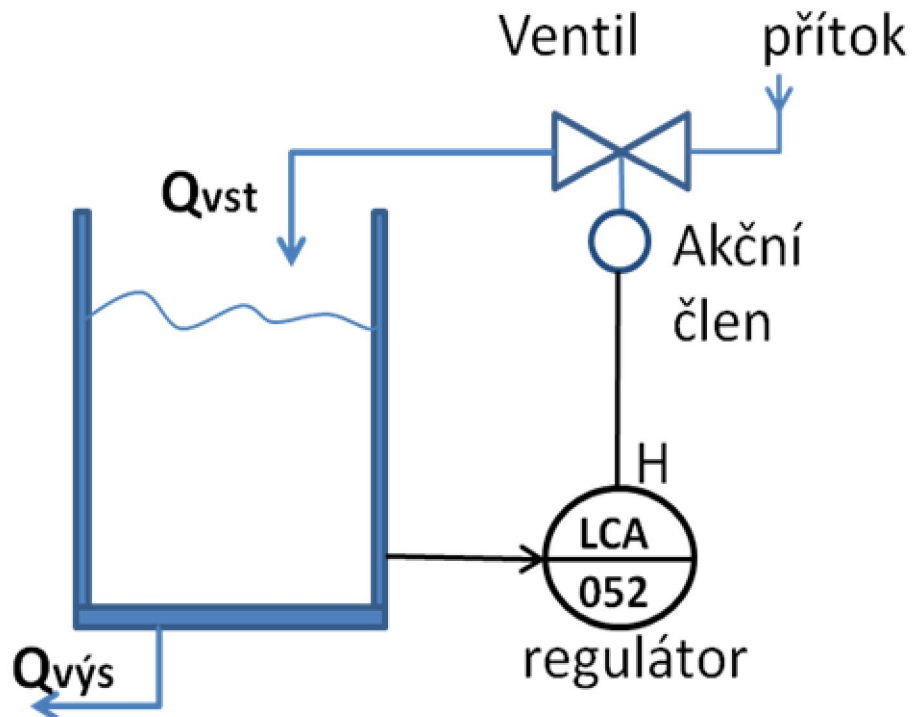
1. Navrhněte řízení výšky hladiny nádrže a sestavte technologické schéma automatizovaného systému.
2. Na základě technologického schématu z bodu 1 odvoďte blokové schéma automatizovaného systému.

3. Na základě principu superpozice blokového schématu z bodu 2 vytvořte simulační interaktivní model a
zaznamenejte přechodovou charakteristiku automatizovaného systému.
4. Použitím simulačního interaktivního modelu z bodu 3, nastavte optimální hodnoty parametrů PID regulátoru.
5. Posuďte stabilitu regulačního obvodu a kvalitu regulace na základě jeho přechodové charakteristiky.

Závěr:

do závěru uveďte porovnávání některých ukazatelů a jejich využití při posouzení stability regulačního a vyšetření ustáleného režimu.

1-Technologické schéma regulace



Regulační člen : regulační orgán s pohonem.

Regulátor hladiny LCA: L-hladina, C-regulace, A-signalizace H-max.

Vstup regulátoru: měřená hladina.

Výstup regulátoru: akční veličina.

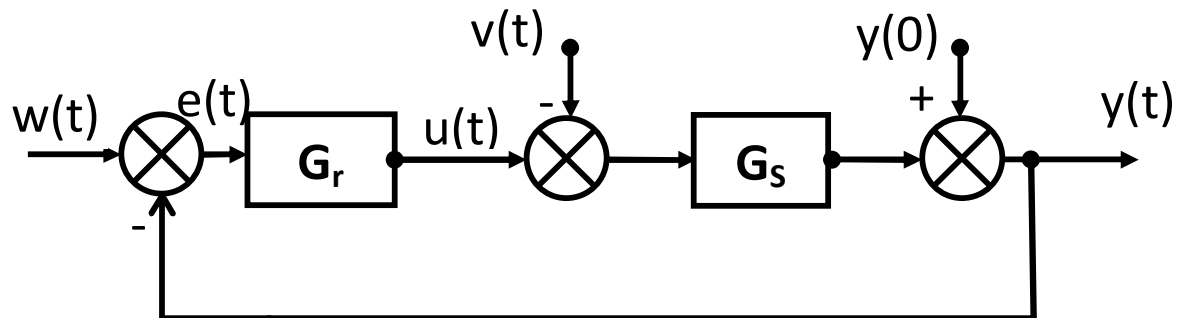
Přítok Q_{vst} : regulační veličina.

Odtok Q_{vys} : porucha.

Hladina v nádrži: regulovaná veličina.

Regulovaná soustava: nádrž s plošným obsahem p

2-Blokové schéma regulace hladiny



$w(t) = hw[m]$, žádaná veličina ;

$e(t) = (hw - h) [m]$, odchylka;

$u(t) = q_2 [m^3s^{-1}]$, akční veličina;

$v(t) = q_1 [m^3s^{-1}]$, porucha;

$y(t) = h[m]$, regulovaná veličina;

$y(0) = h(0)[m]$, počáteční hodnota výšky hladiny.

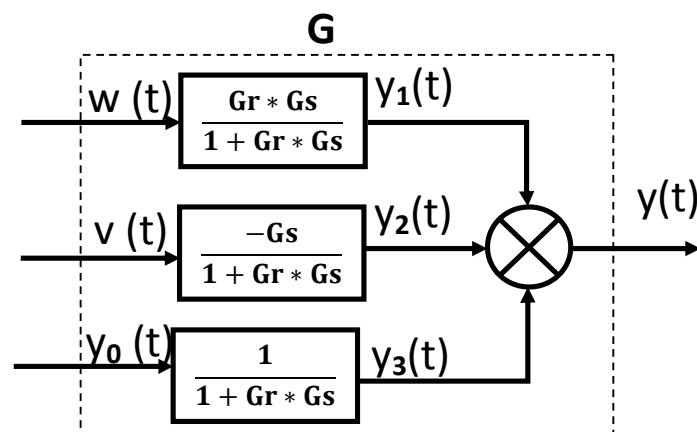
P = plošný obsah $[m^2]$

$G_r = k_p * \left(1 + \frac{1}{T_i * s} + T_d * s\right)$

$G_s = \frac{1}{p * s}$

3-Funkční model v prostředí softwaru Wolfram Mathematica

Na základě principu superpozice, podle něhož reakce systému na součet podnětů je rovna součtu reakcí na jednotlivé podněty, lze vyjádřit regulační obvod jako systém s 3 vstupy a s jedním výstupem a následně spočítat funkční model v prostředí Wolfram *Mathematica*:



```
G0wvy = TransferFunctionModel [{{kp * (1 + 1/(Ti * s) + Td * s) * 1/(p * s)}}, s] // Simplify
```

$$\left(\frac{k_p (1 + T_i s + T_d T_i s^2)}{p T_i s^2} \right) \mathcal{T}$$

```

Gwvy = TransferFunctionModel [ { {

$$\frac{kp * \left(1 + \frac{1}{Ti * s} + Td * s\right) * \frac{1}{p * s}}{1 + kp * \left(1 + \frac{1}{Ti * s} + Td * s\right) * \frac{1}{p * s}},$$


$$\frac{-\frac{1}{p * s}}{1 + kp * \left(1 + \frac{1}{Ti * s} + Td * s\right) * \frac{1}{p * s}}, \frac{y0}{1 + kp * \left(1 + \frac{1}{Ti * s} + Td * s\right) * \frac{1}{p * s}} \} }, s ] // Simplify
(

$$\frac{kp (1 + Ti s + Td Ti s^2)}{kp + kp Ti s + p Ti s^2 + kp Td Ti s^2} - \frac{Ti s}{kp + kp Ti s + p Ti s^2 + kp Td Ti s^2} - \frac{p Ti y0 s^2}{kp + kp Ti s + p Ti s^2 +$$$$

```

4-Interaktivní simulační model v prostředí softwaru Wolfram Mathematica

```

PrChGwvy = OutputResponse [Gwvy,
{w * UnitStep[t], v * UnitStep[t - t1], y0 * UnitStep[t]}, t] // Simplify;

```

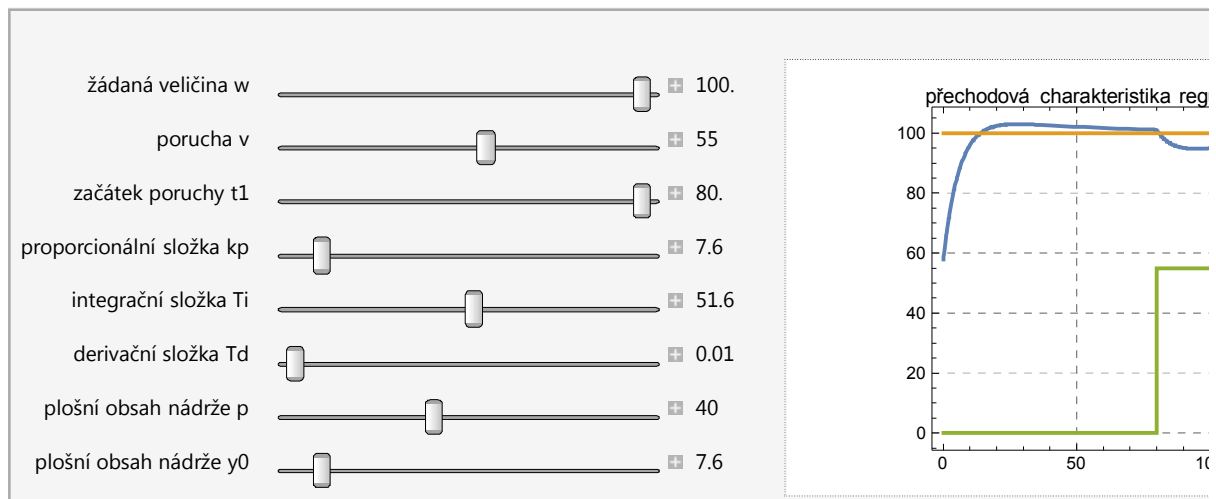
```

Manipulate[
  Plot[{resp[w, v, t1, kp, Ti, Td, p, y0], w*UnitStep[t], v*UnitStep[t - t1]],
    {t, 0, 200}, Exclusions -> None, AxesOrigin -> {0, 0},
    PlotRange -> Automatic, PlotLegends -> " ", AxesLabel -> {"čas t", "y(t)"},
    PlotLabel -> "přechodová charakteristika regulace hladiny PID regulátorem ",
    PlotStyle -> {Thick}, GridLines -> Automatic,
    GridLinesStyle -> Directive[Gray, Dashed], Frame -> True,
    ImageSize -> {400, 200}],
  {{w, 100., "žádaná veličina \!\(\(*SubscriptBox[\( w\), \( \)]\)\)"},
    0.01, 100, Appearance -> "Labeled"},
  {{v, 100., "porucha \!\(\(*SubscriptBox[\( v\), \( \)]\)\)"},
    0.01, 100, Appearance -> "Labeled"},
  {{t1, 80., "začátek poruchy \!\(\(*SubscriptBox[\( t1\), \( \)]\)\)"},
    0.01, 80, Appearance -> "Labeled"},
  {{kp, 100., "proporcionální složka \!\(\(*SubscriptBox[\( kp\), \( \)]\)\)"},
    0.01, 100, Appearance -> "Labeled"},
  {{Ti, 100., "integrační složka \!\(\(*SubscriptBox[\( Ti\), \( \)]\)\)"},
    0.01, 100, Appearance -> "Labeled"},
  {{Td, 100., "derivační složka \!\(\(*SubscriptBox[\( Td\), \( \)]\)\)"},
    0.01, 100, Appearance -> "Labeled"},
  {{p, 100., "plošný obsah nádrže \!\(\(*SubscriptBox[\( p\), \( \)]\)\)"},
    0.01, 100, Appearance -> "Labeled"},
  {{y0, 100., "plošný obsah nádrže \!\(\(*SubscriptBox[\( y0\), \( \)]\)\)"},
    0.01, 100, Appearance -> "Labeled"}, ControllerLinking -> True,
  Initialization -> {resp[w_, v_, t1_, kp_, Ti_, Td_, p_, y0_] = OutputResponse[
    (

$$\frac{kp(1 + Ti s + Td Ti s^2)}{kp + kp Ti s + p Ti s^2 + kp Td Ti s^2} - \frac{Ti s}{kp + kp Ti s + p Ti s^2 + kp Td Ti s^2} \frac{p Ti}{kp + kp Ti s + p}$$

    Attributes[PlotRange] = {ReadProtected}}]

```



5-Posouzení stability regulačního obvodu

Regulační obvod je stabilní pro, například, následující optimální hodnoty PID-regulátoru:

W: 100, V: 55, t1: 80, kp:7.6, Ti: 51.6, Td: 0.01, p: 40.4, y0: 7.6

Závěr

Zdroje

Všechny uveřejněné odkazy

- Interní studijní materiál školy a firemní dokumentace software **Wolfram-Mathematica**.

Materiál je určen pro bezplatné používání pro potřeby výuky a vzdělávání na všech typech škol a školských zařízení. Jakékoliv další využití podléhá autorskému zákonu.

Všechna neocitovaná autorská díla jsou dílem autora.

Všechny neocitované obrázky jsou součástí prostředků výukového software **Microsoft office 2007**.